

## Południowy uskoku główny rowu Kleszczowa — koncepcja a rzeczywistość

Ireneusz Felisiak\*

Południowy uskoku główny (PUG) rowu Kleszczowa odsłonięto w KWB Bełchatów na długości kilometra we wschodniej części rowu II rzędu. Uskok cechuje generalny bieg  $85^\circ$  przy znacznej lokalnej zmienności w zakresie  $65\text{--}110^\circ$ , upad średnio  $70^\circ$ , szeroka strefa brekcji. Towarzyszą mu podłużne uskoki zrzutowe i znacznie młodsze nasunięcia o wergencji południowej oraz pologie uskoki zrzutowe NE–SW, występujące też w kombinacji z uskokami przesuwczymi WN–ESE. Nie ma stromych uskoku przesuwczymi NW–SE przesuwających prawoskrętnie PUG a przyjmowanych na mapach konstruowanych z wierceń.

**Słowa kluczowe:** row Kleszczowa, elewacja Radomska, tektonika młodoolpejska, tektonika platformowa, krucha tektonika

Ireneusz Felisiak — Southern Frame Fault of the Kleszczów Graben — concept and facts (Central Poland). *Prz. Geol.*, 49: 307–311.

*S u m m a r y.* The Southern Frame Fault (SFF) of the Kleszczów Graben is exposed along the distance of about a kilometer in Lignite Mine „Bełchatów” in the eastern part of the so-called II-order Graben. The fault reveals general strike  $85^\circ$  at significant local variability (from  $65^\circ$  to  $110^\circ$ ) with average dip about  $70^\circ$  and a broad breccia zone. The fault is accompanied by parallel dip-slip faults and much younger south-directed overthrusts as well as by the NE–SW-trending, low-angle dip-slip faults. The latter are combined with the WN–ESE strike-slip faults. Steep, strike-slip NW–SE faults displacing dextrally the SFF, which are presented in the drilling-based maps have not been observed.

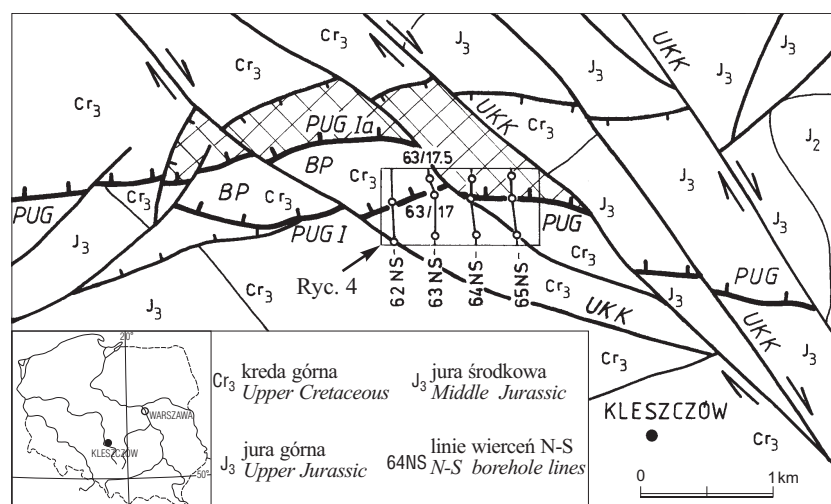
**Key words:** Kleszczów Graben, Radomsko Elevation block, late-alpine tectonics, horst-and-graben tectonics, brittle tectonics

Młodoalpejski rów Kleszczowa rozciąga się równoleżnikowo od monokliny przedśudeckiej po zachodnie obrzeżenie mezozoiczne Gór Świętokrzyskich, ograniczając od północy elewację Radomska (Pożaryski, 1977). Złoże węgla występujące w jego najgłębszej, środkowej części eksploatuje Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów. Najnowsze poglądy na genezę rowu i jego ewolucję strukturalną przedstawili ostatnio Gotowała (1999b), Gotowała & Hałuszczak (1999) i Hałuszczak (1999). Badania autora dotyczą niemal kilometrowego odcinka południowego uskoku głównego (PUG) rowu Kleszczowa, który został odsłonięty w 1999 r. w trakcie robót udostępniających złoże, w tzw. rowie II rzędu — najgłębszej (do 600 m) części całej struktury.

Analizowany fragment południowej krawędzi rowu jest położony między liniami wierceń 62 i 65 NS (ryc. 1). W rejonie tym następuje rozgałęzienie PUG (początek tzw. paleosuwiska). Największa część zrzutu wynoszącego od 200 do 400 m przypada na dyslokację północną (Ia na ryc. 1), która na E od linii 64 NS wyznaczała prawdopodobnie tylko wąską półkę wzdłuż PUG (zob. ryc. 4). Na zachód od linii 64 przesuwana się ona kilkaset metrów ku N, wyznaczając północną krawędź, tzw. bloku paleosuwiska (BP na ryc. 1). Jego tylną ścianę stanowi gałąź południowa PUG (oznaczona jako I), kontynuująca się od linii 64 NS dalej ku W i mająca zrzut 100 do 120 m.

Obecnie do obserwacji we wkopie dostępna jest tylko dyslokacja I, widoczna na IV (ok. 100 m n.p.m.), V (ok. 75 m n.p.m.) i VI (ok. 60 m n.p.m.) piętrze eksploatacyjnym, za wyjątkiem zniszczonego osuwiskami obszaru na E od linii 65NS. Skrzydło wiszące budują górnokredowe margle i opoki, w których wycięta jest południowa skarpa kopalni. Skrzydło zrzuc-

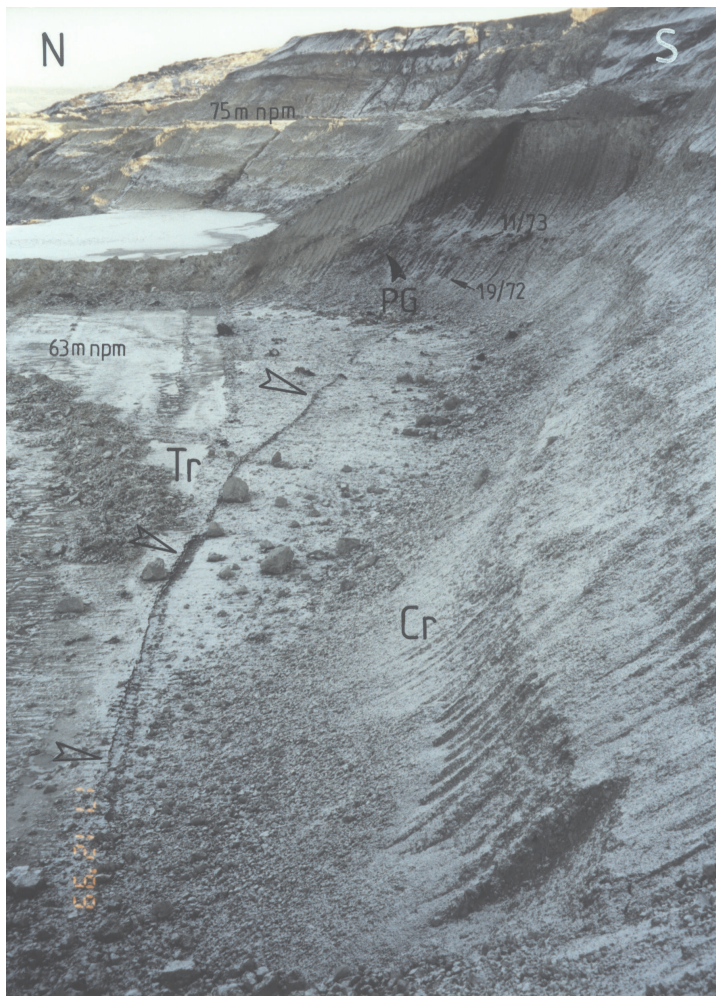
ne (północne) tworzą miocenijskie muły i iły podścielające pokład główny węgla (PG) lub wprost piaski i węgle, tzw. strefy rozwarstwienia PG. Ich tektoniczny kontakt ze skałami skrzydła wiszącego jest widoczny u podstawy skarpy (ryc. 2). Rzeczywisty przebieg dyslokacji I przedstawiono na ryc. 4, na podstawie materiałów udostępnionych przez mgr L. Czarneckiego (KWB Bełchatów, mat. niepub.). Został on nałożony na pomniejszony wycinek mapy 1 : 2000 stropu utworów mezozoicznych rowu Kleszczowa na odcinku synkliny Brudziec (Felisiak & Szewczyk, 1994, 1995). Postęp robót udostępniających złoże stworzył teraz unikalną możliwość porównania z



**Ryc. 1.** Południowa krawędź rowu Kleszczowa na odcinku rowu II rzędu (zakresowany); uproszczony odrzys z mapy 1:25 000 Gotowały (1999a). BP — blok „paleosuwiska”, PUG — południowy uskoku główny (I i Ia — zob. tekst), UKK — uskoku Kodrąb–Kleszczów

**Fig. 1.** Southern margin of the Kleszczów Graben in the sector of II-order Graben (hatched) simplified after 1:25,000 scale map (Gotowała, 1999a). BP — “Paleoslide” Block, PUG — South Frame Fault (SFF, I and Ia — see text), UKK — Kodrąb-Kleszczów Fault

\*Akademia Górniczo-Hutnicza, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; felisiak@geol.agh.edu.pl



**Ryc. 2.** PUG na VI piętrze eksploatacyjnym w części E. Widoczny przekrój i ślad na spągu wyrobiska (puste strzałki). Cr — kreda, Tr — trzeciorzęd, PG — pokład główny

**Fig. 2.** Section of SFF at level VI (eastern part) and its trace at the level floor (empty arrows). Cr — Cretaceous, Tr — Tertiary, PG — Main Seam

odsłonięciem obrazu tektoniki wyinterpretowanej z analizy wierceń.

### Południowy uskoku główny I (w planie)

Z materiałów mgr L. Czarneckiego wynika, że PUG I między liniami 62 a 65 NS ma rozciągłość głównie W–E (ok. 85°). Jego przebieg jest w ogólnym zarysie zgodny z wcześniej zakładanym (ryc. 4; Felisiak & Szewczyk, 1995), co jest przede wszystkim wynikiem znacznego zagęszczenia wierceń w południowym brzegu rowu. Niemniej jednak na uwagę zasługuje niemal idealne wyznaczenie położenia uskoku I na liniach przekrojów NS (zob. ryc. 4). Przekroje te były punktem wyjścia do kreślenia samej mapy.

Większe odchyłki występują w bok od linii przekrojowych. Wynika to z przyjęcia powszechnie akceptowanego, a jak się okazało błędnego, założenia o znaczącej roli zespołu uskoku prawoprzesuwowych NW–SE w tektonice badanego obszaru. Na spągu wyrobiska PUG I zaznacza się bowiem jako linia na ogół łukowata (ryc. 2, 3), czasem łamana, zmieniająca biegi w zakresie 65–110°. Jej dłuższe fragmenty często przyjmują kierunek 75–80°, zbliżony do przyjętego na mapie 1:2000 kierunku 65°. Powrót do głównego kierunku W–E nie odbywa się jednak jak przypuszczano przez przesunięcie ku S na ukośnych do PUG uskokuach prawoprzesuwowych NW–SE, lecz przez skręt do

kierunku 90–110°. Miejscowe silne wygięcie ku S między liniami 63 i 64 NS (ryc. 4) zostało prawdopodobnie spowodowane młodszym połogim nasunięciem o wergencji południowej, przesuwanym ku S granicę skał kredy i trzeciorzędu, wykartowaną na spągu wyrobiska jako PUG. Jedno z takich nasunięć ścinające skrzydło wiszące PUG I zaobserwowano w sąsiednim odsłonięciu na linii 64NS (zob. niżej). Na tym odcinku szczegółowe obserwacje były niemożliwe, wskutek zniszczenia usku robotami strzałowymi.

Rozeta biegów sporządzona na podstawie mapy dla 17 fragmentów PUG I, liczących co najmniej 40 m, wykazała maximum 75–95° i submaximum 110°. Wynik ten jest zbliżony z rozetą biegów wykonaną z 18 pomiarów bezpośrednich powierzchni ślizgu PUG (ryc. 5). Pomiary te dobrze przedstawiają nierówny, falisty charakter tej powierzchni, która może kilkakrotnie zmieniać kierunek zapadania o 10–20° nawet na dystansie pojedynczych metrów.

### Południowy uskoku główny I w przekroju

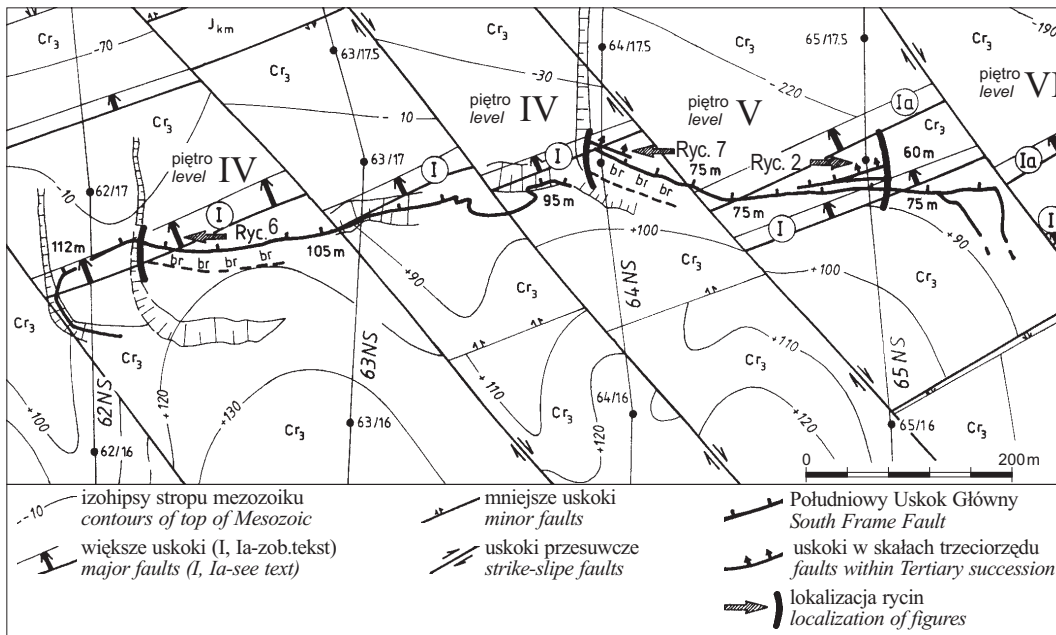
Linia południowego uskoku głównego na mapie jest odwzorowaniem intersekcji powierzchni ślizgu, wzdłuż której od N ze skałami mezozoicznymi kontaktują osady miocenne. W rzeczywistości w analizowanym fragmencie PUG na uskoku I składa się cała strefa zbrekcjowanych tektonicznie margli kredowych, na mapie zaznaczona tylko w miejscach, gdzie jest ona szczególnie szeroka (ryc. 4). Brekcja od N jest obcięta wzmiankowaną powierzchnią ślizgu, a od S przechodzi w sposób ciągły w margle nie zbrekcjowane (jak na ryc. 6). Temu ciągłemu przejściu może towarzyszyć kolejna powierzchnia ślizgu w obrębie samej brekcji. Taki uskoku odległy 1–1,5 m od skał nie zbrekcjowanych stwierdzono na linii 64 (ryc. 8). Zdarza się też, jak na linii 63 NS na wysokości ok. 100 m n.p.m., że nieostra i nierówna granica zbrekcjowanych skał kredy i trzeciorzędu przebiega wśród brekcji, a ścięcie i poślizg nastąpiły 0,5–1 m dalej ku N już w obrębie samych zielonych iłów miocenu.



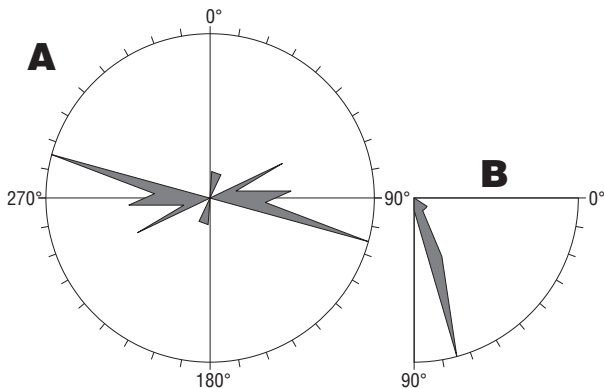
**Ryc. 3.** Reaktywacja południowego uskoku głównego z przeciwnym zrzutem wskutek odprężenia utworów trzeciorzędowych skrzydła zrzuconego (z młotkiem) po zdjęciu nadkładu. W ten sposób powstał ślad pug widoczny na spągu wyrobiska na ryc. 2

**Fig. 3.** Reactivation of the SFF with opposite movement sense resulting from the relaxation of Tertiary strata in hanging-wall block (hammer) after overburden removal. Trace of the fault can be seen in the level floor (Fig. 2).





**Ryc. 4.** Południowy uskok główny w wyrobisku kopalni według Czameckiego (1999; mat. niepub.) na tle mapy stropu mezozoiku według Felisiak & Szewczyk (1995)  
**Fig. 4.** SFF in the mine pit after Czamecki (1999; unpubl. mat.) reflected on the map of Mesozoic roof surface, after Felisiak & Szewczyk (1995)



**Ryc. 5.** Biegi (A) i upady (B) powierzchni ślizgu PUG pomierzone w odkrywcach  
**Fig. 5.** Strikes (A) and dips (B) of the SFF slip surface measured in exposures

Szerokość strefy brekcji zmienia się od kilku metrów (np. na linii 63 NS) do dwudziestu (ryc. 6, 7). Jest to luźna brekcja okruczowa zmieszana (*sensu* Achramowicz, 1992). Główną masę stanowią klasty 1–30 cm średnicy a większe osiągają 1 m. W rejonie linii 65 NS napotkano pionowo ustawiony blok masywnych margli kredowych rozmiarów co najmniej 5 m. Nie zaobserwowano żadnych struktur kierunkowych. Brak również dowodów na stałe, wyraźne ugięcie skał skrzydła wiszącego do uskoku, spowodowane ciągnięciem przyskokowym (co zakładali Felisiak & Szewczyk, 1995). Margle i opoki przylegające do strefy brekcji mogą być poziome (ryc. 6), nachylone w stronę rowu (ku N, ryc. 8) lub też ku W i E poprzecznie do rowu (upady do 20°, linia 63 NS; Felisiak, 1999).

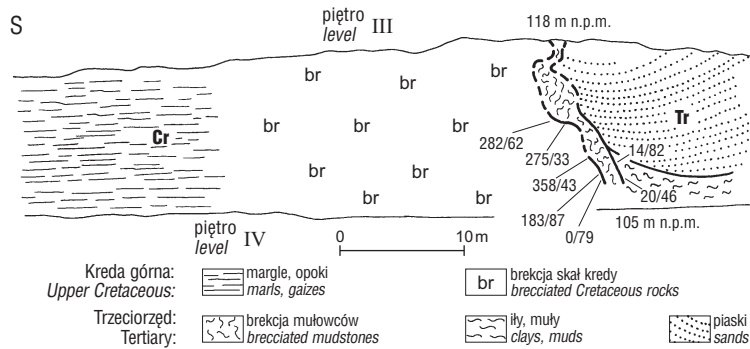
Nachylenie powierzchni ślizgów obcinających brekcję margli kredowych wynosi przeciętnie 70° (ryc. 5B), co trafnie przewidziano na przekrojach do mapy 1 : 2000 (Felisiak & Szewczyk, 1995). Kąt upady zmienia się również często jak bieg oscylując najczęściej w zakresie

65–80° (ryc. 6, 8). Rysy ślizgowe są zrzutowe, obserwowano też strome zrzutowo-przesuwce nachylone w płaszczyźnie lustra ok. 70° ku W lub E. Około 50 m na E od linii 62 NS główna powierzchnia ślizgu ku górze gubi się, a nieostra granica skał kredy i trzeciorzędu biegnie w brekcji (ryc. 6). Może to być spowodowane silnym załamaniem linii uskoku I w tym miejscu o 30° z kierunku 95° na 65°.

**Uskoki towarzyszące**

**Skrzydło wiszące.** Skały górnokredowe skrzydła wiszącego są dobrze odsłonięte na całej długości analizowanego odcinka PUG I, w części wschodniej i środkowej do 50 m nad spąg wyrobiska. Miejscami spotyka się tam różnokierunkowe drobne uskoki zrzutowe i przesuwce o centymetrowych przesunięciach, w tym uskoki prawoprusuwce o biegu 140–160°, pomierzone w jednym miejscu przy samej strefie brekcji na linii 63 NS (Felisiak, 1999). W niczym jednak nie zmieniają one ogólnego wrażenia zadziwiającego, jak na sąsiedztwo tak dużej dyslokacji, spokoju tektonicznego. Nie zaobserwowano spodziewanych przy głównej dyslokacji towarzyszących uskoku o przesunięciach rzędu metrów, ułożonych schodowo podłużnie do niej. Szczególnym zaskoczeniem był brak uskoku przesuwczego zespołu NW–SE, które w widoczny, mierzalny sposób przesuwająby uskoku główny.

**Skrzydło zrzucone.** W niewielkiej odległości na północ od uskoku głównego zazwyczaj stwierdza się podłużny uskoku zrzutowy, dyslokujący osady trzeciorzędowe skrzydła zrzuconego (ryc. 2, 4, 6, 8). Biegnie on wzdłuż granic litologicznych, przez co na spągu wyrobiska jest



**Ryc. 6.** Południowy uskoku główny I na IV piętrze eksploatacyjnym. Cr — kreda górna; Tr — trzeciorząd, miocen  
**Fig. 6.** The Southern Frame Fault I exposed at level IV. Cr — Upper Cretaceous; Tr — Tertiary, miocen



Ryc. 7. Widok odkrywki południowego uskoku głównego przedstawionej na ryc. 6

Fig. 7. View of the exposure of Southern Frame Fault displayed in fig. 6

trudny do wykartowania. Zrzucają się piaski, a w skrzydle wiszącym występują ility, muły lub węgle i ility węgliste. Powierzchnia ślizgu biegnie w spągowych zailonych piaskach i zazwyczaj jest słabiej nachylona, przez co może ścinać górą PUG I. Przykładem jest uskoki 6/50 na linii 64NS, na którego zrzutowy charakter wskazuje układ drobnych uskoczków kulisowych (w kółku na ryc. 8). Ten z kolei jest górą ścięty przez najniższe z trzech nasunięć o wergencji południowej, które wstecznie transportują węgle i piaski zrzucone uprzednio na N do rowu.

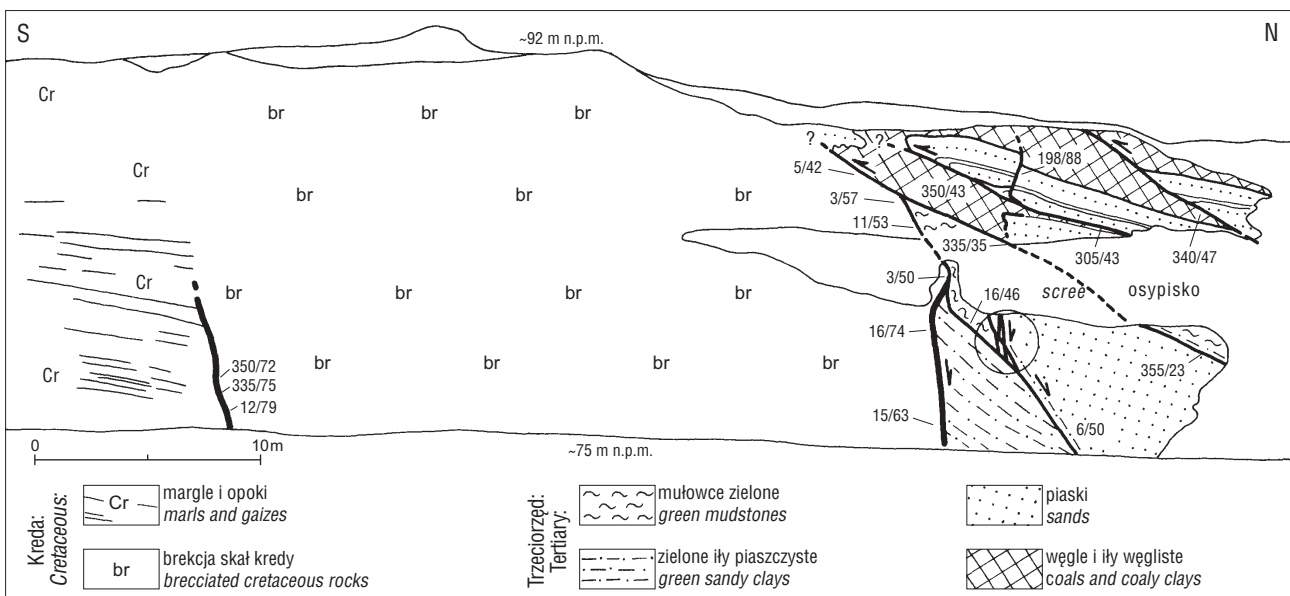
Podłużne uskoki zrzutowe powstały w późniejszym etapie rozwoju PUG, w zbliżonym polu naprężeń, przypuszczalnie, gdy jego zrzut osiągał maksimum. Nasunięcia podłużne są natomiast dużo młodsze, połączone z nasuwaniem na S krawędź rowu, tzw. fałdów Kucowa (Hałaszcak, 1999). Oba zespoły dyslokacji towarzyszących mogą nieznacznie zmieniać przebieg PUG. Przy kartowaniu na spągu wyrobiska może być trudno odróżnić ich wpływ od skrętów samej dyslokacji głównej.

Oprócz uskoczków podłużnych dyslokacji głównej towarzyszą zrzutowe uskoki poprzeczne i skośne nachylone 30–45° ku W i NW. W omówionym wyżej odsłonięciu

zapadają one ku NW, tnąc ponasuwane wzajemnie piaski i węgle w kombinacji z pionowymi uskoczkami przesuwczymi WNW–ESE (ryc. 9, 10; pogrubione, zob. blokdiagram). Ponieważ upad uskoczków zrzutowych jest równy lub nieco większy niż nachylenie warstw (zapisane trójczłonowo), to z przesunięcia wkładki węglistej w piaskach (por. ryc. 10) wynika, że zrzut przynajmniej największego z tych złożonych uskoczków jest normalny na WNW lub NW. Podobny uskoki o nachyleniu 33° zmienia chwilowo kierunek zapadania PUG I z N na W na piętrze IV (ryc. 6; środek wysokości ściany). W tym przypadku wydaje się on być równowiekowy z PUG.

### Wnioski

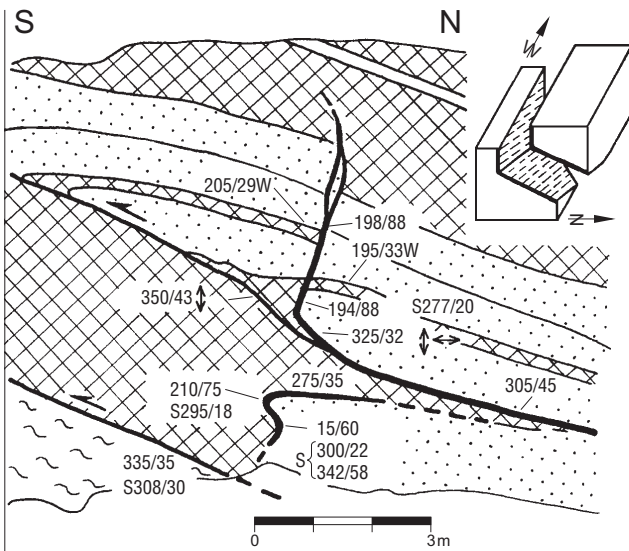
1. Kondensacja zrzutu PUG I w stosunkowo wąskiej strefie bez towarzyszących podłużnych drobnych uskoczków schodowych, szeroka strefa brekcji, stromy upad i łagodne łukowate wygięcia powierzchni ślizgu wskazywałyby na pierwotny uskoki kruchy o biegu W–E. Z drugiej strony dłuższe fragmenty o łamanym przebiegu WNW–ESE i WSW–ENE są zgodne z kierunkami spekań ciosowych, obserwowanymi w skałach kredowych skrzydła wiszącego (Feliśniak, 1999) oraz wielokrotnie już uprzednio postulowanych, starszych subrównoleżnikowych uskoczków przesuwczymi. Jest to argument za wtórnym charakterem badanej dyslokacji.



Ryc. 8. Strefa południowego uskoku głównego na V piętrze eksploatacyjnym, linia 64NS. Uwaga! rysunek ze zdjęć, zakrzywienie uskoczków na wysokości osypiska jest intersekcyjne. Cr, br — jak na ryc. 6

Fig. 8. The SFF zone exposed at level V, 64NS line. Cr, br — as in Fig. 6. Attention! redrawn from photographs. Bending of faults close to the scree results from intersection





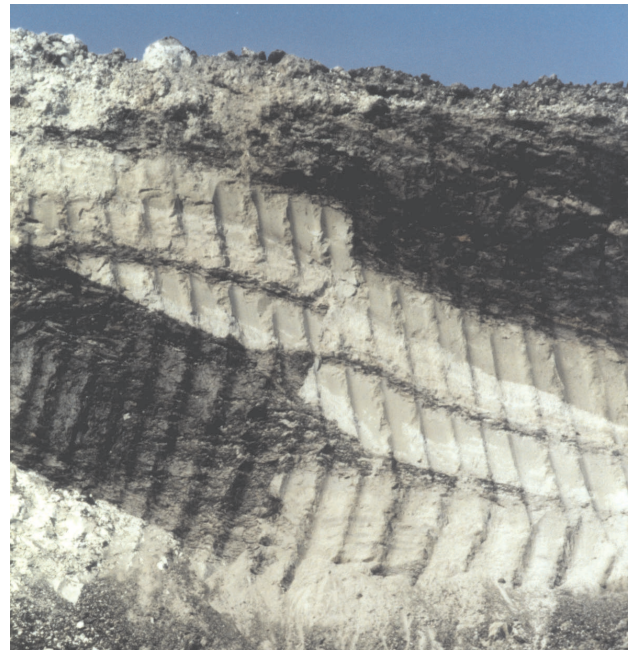
**Ryc. 9.** Złożenie stromego uskoku przesuwczego i połego zrzutowego (pogrubione) w utworach miocenu skrzydła zrzuconego PUG, V piętro eksploatacyjne, linia 64NS (szczegóły prawej górnej części odkrywki z ryc. 8); S 300/22 — orientacja rys ślizgowych (S); pionowe i poziome strzałki przy parametrach lustra tektonicznego — rysy zrzutowe i przesuwcze

**Fig. 9.** Combination of strike-slip and low-angle, dip-slip faults (thick lines) in Miocene sequence of hanging wall, level V, 64NS line (details of the upper right part of the exposure from fig. 8); S 300/22 — dip direction and dip of oblique slickensides (S); vertical and horizontal arrows at the parameters of slickenside — dip-slip and strike slip slickensides

2. Uskoki prawoprusowcze NW–SE, uznawane za dominujące w tektonice rowu Kleszczowa, nie odgrywają żadnej roli w kształtowaniu badanego odcinka jego południowej krawędzi. W szczególności brak jest takiego przesunięcia PUG między liniami 63 i 64NS, wzdłuż jednej z gałęzi uskoku Kodrąb–Kleszczów (UKK), widocznego na mapie Gotowały (1999a; zob. ryc. 1). Począwszy od linii 64NS PUG skręca w kierunku WSW, biegnąc na S od otworu 63/17 (por. ryc. 4).

3. Uskoki zespołu NW–SE przedstawione na dotychczasowych mapach przesuwają wyraźnie jedynie południową krawędź rowu Kleszczowa. Przesunięcie maleje gwałtownie na przecięciu z krawędzią północną (Gotowała, 1999a; Felisiak & Szweczyk, 1995), a miejscami już na N granicy rowu II rzędu (ryc. 1). Powstaje stąd wątpliwość, czy uskoki strefy Kodrąb–Kleszczów (UKK na ryc. 1) — niewątpliwie przemieszczające PUG ku SE między rowem II rzędu, a antyklinalą Łękińska — działały podczas ruchów młodoolpejskich jak typowe uskoki przesuwcze. Wydaje się bardziej prawdopodobne, że w klasyczny sposób działały one jeszcze przed mioceniem, przesuwając fragmenty węgłnej dyslokacji będącej założeniem przyszłego PUG. W miocenie zostały one odmłodzone działając w sposób bierny jako uskoki transformujące. Uskoki transformujące występują także w pokrywie osadowej „górnjej skorupy” (Woodcock & Schubert, 1994; s. 252) i mogą być skośnie ułożone wzdłuż stref nieciągłości (osłabienia) podłoża (Davison, 1994, s. 131).

4. W rdzeniach ze skał mezozoicznych rejonu Kleszczowa częste są strome uskoki przesuwcze. Miejscami towarzyszą im bardzo liczne połogie i poziome powierzchnie ślizgu o rysach zrzutowych i przesuwczych. Dowodzi to, że rozpoznane w utworach trzeciorzędu dyslokacje wtórne, będące złożeniem uskoku przesuwczego i połego zrzutowego, są również obecne w skałach starszych.



**Ryc.10.** Uskoki przedstawione na ryc. 9

**Fig. 10.** Faults displayed in fig. 9

Autor składa podziękowania dla kolegów z działu geologicznego KWB Bełchatów, a w szczególności dla mgr Leopolda Czameckiego i mgr inż. Barbary Organiściak za wprowadzenie w teren, pomoc i liczne dyskusje. Badania sfinansowano z tematu prac własnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie nr 10.10.140.531.

## Literatura

- ACHRAMOWICZ S. 1992 — Skały kataklastyczne [W:] Instrukcje i metody badań geologicznych, Państw. Inst. Geol., 51:116–125.
- DAVISON I. 1994 — Linked Fault Systems; Extensional, Strike Slip and Contractual [W:] Hancock P.L. (ed.) — Continental Deformation: 121–142. Pergamon Press.
- FELISIAK I. & SZEWCZYK E. 1994 — Tektonika osadów mezozoiku w rejonie złoża Bełchatów. Mat. Konf. „Tektonika rowu Kleszczowa — stan badań i główne zadania w aspekcie eksploatacji górniczej”. Bełchatów: 29–46.
- FELISIAK I. & SZEWCZYK E. 1995 — Mapa tektoniczna podłoża mezozoicznego w rejonie 11 linii dokumentacyjnych 67–56 NS. Reinterpretacja wykształcenia litologicznego i tektoniki podłoża mezozoicznego w rejonie linii 67–56 NS złoża Bełchatów, wraz z opracowaniem mapy strukturalnej i przekrojów geologicznych. Arch. KWB Bełchatów.
- FELISIAK I. 1999 — Południowy uskok główny — porównanie koncepcji z rzeczywistością na podstawie obserwacji we wkopie KWB Bełchatów. Mat. 20 Konf. Teren. Sekcji Tekton. Pol. Tow. Geol. „Młodoalpejski rów Kleszczowa: Rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu”: 89–97. Słok k. Bełchatowa 15–16.10.1999. UW, Wrocław.
- GOTOWAŁA R. 1999a — Tektonika rowu Kleszczowa na tle geologii regionu Bełchatowa. Arch. UW: 1–162.
- GOTOWAŁA R. 1999b — Przedmłodoalpejska tektonika obszaru rowu Kleszczowa. Mat. 20 Konf. Teren. Sekcji Tektonicznej Pol. Tow. Geol. „Młodoalpejski rów Kleszczowa: Rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu”: 7–22. Słok k. Bełchatowa 15–16.10.1999. UW, Wrocław.
- GOTOWAŁA R. & HAŁUSZCZAK A. 1999 — Pozycja i główne etapy młodoolpejskiego rozwoju rowu Kleszczowa w świetle badań mezostrukturalnych w odkrywce KWB Bełchatów i problem ich genezy. Mat. 20 Konf. Teren. Sekcji Tektonicznej Pol. Tow. Geol. „Młodoalpejski rów Kleszczowa: Rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu”: 7–22. Słok k. Bełchatowa 15–16.10.1999. UW, Wrocław. 23–38.
- HAŁUSZCZAK A. 1999 — Struktury deformacyjne o cechach kontrakcyjnych w utworach trzeciorzędowych zachodniej części odkrywki KWB Bełchatów i problem ich genezy. Mat. 20 Konf. Teren. Sekcji Tektonicznej Pol. Tow. Geol. „Młodoalpejski rów Kleszczowa: Rozwój i uwarunkowania w tektonice regionu”: 7–22. Słok k. Bełchatowa 15–16.10.1999. UW: 39–58.
- POŻARYSKI W. 1977 (red.) — Geology of Poland, Tectonics, 4: 1–718. Wyd. Geol.
- WOODCOCK N. H. & SCHUBERT c. 1994 — Continental strike slip tectonics [W:] Hancock P.L. (ed.) — Continental Deformation: 251–263. Pergamon Press.